动　物　学　研　究　2011，Apr. 32(2): 157−162　　CN 53-1040/Q　ISSN 0254-5853
Zoological Research　　DOI：10.3724/SP.J.1141.2011.02157

人为干扰下宁夏贺兰山岩羊反应的群体差异

蒋天一[1]，丁由中[1]，王正寰[1]，何桂芳[2]，赵金萍[2]，马凤琴[2]，王小明[1,*]

(1. 华东师范大学 生命科学学院，上海　200062；2. 宁夏贺兰山国家级自然保护区管理局，宁夏 银川　750021)

摘要：野生动物对人类的非资源利用性的干扰具有不同的反应，这些反应的差异依赖于物种自身和外界生境中不同的因子。2009 年 7—8 月和 2009 年 12 月—2010 年 1 月在宁夏回族自治区贺兰山苏峪口国家森林公园，选定 95.87 km^2 的调查区域内设四条样线，总长度为 18.3 km，通过观察岩羊的瞬时反应距离，比较了不同干扰源、群体大小和群类型下，岩羊无反应行为、警戒反应行为和逃跑反应行为距离的差异。结果表明：(1) 相对于车辆，岩羊对行人的干扰更加敏感(U=8.69, P<0.001)；(2) 当群体大小分为≤3 的小群和＞3 大群时，小群岩羊的警戒反应行为距离显著大于大群(Z=2.165, P=0.03)，当群体大小分为≤5 的小群和＞5 的大群时，小群岩羊的逃跑反应行为距离显著大于大群(Z=2.003, P=0.045)；(3) 雌幼群、雄性群和混合群这 3 种不同的群类型之间的无反应行为距离无显著差异，雄性群的警戒行为距离显著大于雌性群和混合群的警戒行为距离(Z=2.746, P=0.006; Z=3.589, P<0.001)，雌性群的逃跑反应行为距离显著大于混合群的逃跑反应距离(Z=2.376, P=0.017)；(4) 混合群内的雌性和雄性的 3 种反应行为无显著差异。

关键词：岩羊；人为干扰；干扰源；瞬时反应距离；群体差异
中图分类号：Q958.123；Q959.842　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：0254-5853-(2011)02-0157-06

Group differences in responses of *Pseudois naynaur* to human disturbance in Helan Mountain, Ningxia Hui Autonomous Region

JIANG Tian-Yi[1], DING You-Zhong[1], WANG Zheng-Huan[1], HE Gui-Fang[2], ZHAO Jin-Ping[2], MA Feng-Qin[2], WANG Xiao-Ming[1,*]

(1. *School of Life Science, East China Normal University, Shanghai*　200062, *China*);
2. *Helan Mountain National Nature Reserve, Yinchuan*　750021, *China*)

Abstract: Wild animals respond differently to nonconsumptive human activity and such variation depends on multiple factors. We explored the behaviors of *Pseudois naynaur* and recorded the distance of their responses in Suyu Kou National Forest Park, Helan Mountain, Ningxia Hui Autonomous Region. We categorized their behavioural responses as no response, vigilance and flight and recorded the response initiation distance. We compared distances according to disturbance source, group size, group type and sex. Our results showed that *Pseudois naynaur* showed stronger responses to humans than vehicles. The distance at which the subject of the group was vigilant in small group (group size less than three) was significantly more than that of larger groups (group size more than three). The flight initiation distance in small groups (less than five) was significantly more than bigger groups. The distance of no response behavior did not vary between all male, female or mixed groups. The distance of vigilance behavior when the subject of the group first encountered the disturbance in male groups was significantly greater for female and mix groups, flight initiation distance in female groups was greater than that of mixed groups. In the mixed group, no significant variation on sex was found among all three types of behaviors.

Key words: Blue sheep (*Pseudois naynaur*); Human disturbance; Disturbance source; Response initiation distance; Sexual variation; Group differences

人类活动对自然生境(wilderness)的非消耗性利用(non-consumptive)是一种非资源获取性(non-extractive)利用(以下简称人为干扰)(David, 2003)。它包括生态旅游、交通等。这种人为干扰对

收稿日期：2010-09-06；接受日期：2011-01-19
基金项目：国家重点基础研究发展计划“973”项目的子项目
*通讯作者(Corresponding author)，E-mail: xmwang@ecnu.edu.cn

自然环境造成的威胁正在急剧上升(Flather & Cordell, 1995)。这些负面影响包括野生动物行为改变, 例如突然停止取食、很快逃跑、繁殖行为的改变(Knight & Cole, 1995)、干扰野生动物的自然生态过程、改变物种的种间关系(Geist, 1978)、造成野生动物栖息地利用方式异常(Hamr, 1988; Gander & Ingold, 1997)以及生境生态承载力下降等(Light & Weaver, 1973)。这些对生态系统的潜在危害是不可忽视的。

在研究人为干扰对动物逃跑行为的影响时, 逃跑瞬时距离(flight initiation distance)是普遍使用的方法(Miller et al, 2006; Taylor & Knight, 2003; Recarte et al, 1998)。因此, 动物对不同干扰反应的警戒距离、逃跑瞬时距离可以用来确定和调整人类对该物种的最小接近距离(Rodgers & Smith, 1995)。Burger & Gochfield (1991)认为, 逃跑瞬时反应距离越大, 该物种对人类干扰的耐受性越小。这样就可以在当地和更大的区域水平指导野生动物的保护(Gill & Sutherland, 2000)。Knight & Cole(1995)认为当动物采取反捕食行动时会依赖于它们所在的群体大小、年龄和性别, 但是这些因素的影响并不一致(Stankowich, 2008), 把这些因素和动物生存的环境因素综合考虑, 可以较深入理解物种对人为干扰的反应机制。

从 1991 年起, 宁夏贺兰山国家级自然保护区开展旅游活动。岩羊(*Pseudois nayaur*) 是贺兰山最常见的野生偶蹄类, 并成为当地主要的观赏物种之一。因此, 在野生动物和人类交互作用较强的旅游地, 研究动物对人类干扰的反应以及不同环境因子下, 动物所反应的差异可以有效地用来指导管理者规划旅游区(Knight & Gutzwiller, 1995)。对此, 我们于 2009 年 7—8 月和 2009 年 12—2010 年 1 月, 在宁夏贺兰山国家级自然保护区的苏峪口国家森林公园对野生岩羊的人为干扰反应进行了研究, 其研究内容: (1)群体大小是影响动物对干扰的反应因素之一, 那么岩羊是否也存在这种类似的群体“稀释效应”; (2)雌雄动物由于生理和生活周期的差异, 对干扰的反应不同, 那么贺兰山岩羊的雌雄个体对干扰的反应是否存在差异。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

研究地区位于宁夏贺兰山国家级保护区苏峪口(38°42′N～38°46 ′N , 103°42 ′E～106° E) , 公园总面积为 95.87 km^2, 平均海拔 1 000～2 800 m。宁夏百科全书编撰委员会(1998)里把宁夏季节的时间划分为: 春季(4 月 11 日—6 月 20 日), 夏季(6 月 21 日—8 月 10 日), 秋季(8 月 11 日—10 月 10 日), 冬季(10 月 11 日—4 月 10 日)。作为贺兰山自然保护区内的国家级森林公园, 苏峪口是银川主要的旅游景点之一, 四季都有游客前往。Liu et al(2007)估计苏峪口有岩羊数量为 23 群 175 只。

1.2 研究方法

1.2.1 样线设置 2009 年 7 月—8 月, 6:30—10:30 和 15:00—19:30, 以及 2009 年 12 月—2010 年 1 月 8:00—12:00 和 14：00—17：30, 我们在研究地区根据苏峪口历次调查发现岩羊分布较集中的地区, 选择设置了森林公园主干道(9.8 km)、灵响路(3.5 km)、樱桃沟(3 km)汪沟(2 km)四条样线, 样线宽度为 6 m, 总长度为 18.3 km。

1.2.2 岩羊人为干扰反应行为观察 我们根据研究地区岩羊群的构成, 将岩羊群体分为 3 类: (1) 雌性群, 指观察个体为雌性, 所在群体中只包括雌性个体或者包括雌性个体和幼体, 无法分辨雌雄的亚成体划为此类; (2) 雄性群, 指观察个体所在群体只有雄性个体, 单个的雄性个体也包括在此类; (3) 混合群, 指观察个体所在群体既有雌性, 又有雄性, 具体观察时则进一步区分混合群雌性个体和雄性个体(Schaller, 1977)。

研究地区人类活动对岩羊的干扰主要来自公路上的行人和车辆。夏天, 森林公园开放, 常有旅游车辆经过, 车速一般为 40 km/h 左右。在评估车辆干扰时, 记录车辆经过时的岩羊群体中第一个个体注意到车辆时的反应行为类型(Taylor & Knight, 2003)。冬天, 旅游区关闭, 几乎没有车辆, 只评估行人干扰下岩羊的群体差异。在评估行人干扰时, 两名观察者身着暗色服装(Gutzwiller et al, 1997), 以大约 50 m/min 的行走速度, 记录公路两边岩羊的反应。当看见岩羊群体的时候, 一人使用 Yardage pro 800 激光测距仪记录群体内第一个反应的个体的行为和瞬时反应时离观察者的距离; 另一人在岩羊群体发生反应之后快速用望远镜分辨群体内雌性成年个体、雄性成年个体、亚成体、幼体(Wang et al, 1998)的数量。

我们把观察到岩羊的反应行为分成 3 类：第一类, 无反应行为, 岩羊没有注意到干扰源或岩羊虽

然注意到干扰源，但是继续持续原来的行为；第二类，警戒行为，岩羊抬头注视干扰源，但是不走开；第三类，逃跑行为，岩羊注意到干扰源之后迅速离开(Treves, 2000)。

1.3 数据处理

1.3.1 岩羊对不同干扰源的反应差异　采用两个样本频次数据的假设测验(Sokal & Rohlf, 1995)来比较岩羊对车辆和行人这两种干扰源的反应行为差异。

1.3.2 群体大小对岩羊反应距离影响　以三类反应行为为区组研究群体大小对岩羊群不同反应行为类型反应距离的影响。使用统计软件 SPSS11.0 (SPSS, 2002)中的 Shapiro-Wilk 方法进行正态分布检验，发现不同群体大小的三种反应(无反应行为、警戒反应以及逃跑反应)距离是不符合正态分布的(Shapiro-Wilk tests of normality P <0.05)。所以，用 Mann-Whitney U 测验比较不同群体大小对岩羊反应距离差异。

群体大小的确定是通过不同的组合使用 Mann-Whitney U 测验而划分的。当群体大小在≤3 头和>3 头时，其警戒行为出现显著差异。因此，在定义该反应行为的群体大小时，以群内个体≤3 头为小群，群内个体>3 头为大群；当群体大小在≤5 头和>5 头时，逃跑行为出现显著差异。因此，在定义该反应行为的群大小时，以群内个体≤5 头为小群，群内个体>5 头为大群。在检验无反应行为差异时，不同的群体大小下显著差异。

1.3.3 群体类型对岩羊反应距离的影响　在比较不同群体类型(雌性群、雄性群、混合群)之间反应距离的差异时，由于 3 种行为反应距离不符合正态分布，用 Mann-Whitney U 测验进行两两检验。

在比较混合群内部雌性和雄性反应距离差异时，根据 Shapiro-Wilk 正态分布检验，无反应行为距离和警戒反应距离是符合正态分布的，由独立样本 t 检验过程里 Levene's Test for Equality of Variances 判断两种行为下雌雄反应距离的方差齐性(对于无反应行为，$F_{(1, 181)} = 0.445$, $P = 0.506$；对于警戒反应行为，$F_{(1, 116)} = 0.056$, $P = 0.813$)，方差齐，用 t 测验。而逃跑反应距离在雌性和雄性中均不符合正态分布，用 Mann-Whitney U 测验。

2 结　果

2.1 不同干扰源下岩羊反应差异

当以人作为干扰源的时候，我们观察到了 429 只次，其中无反应为 78 只次，占总样本量的 18.2%，将警戒反应和逃跑反应归为有反应行为，为 351 只次，占总样本量的 81.8%。当以车辆作为干扰源的时候，我们收集了 103 只次，其中无反应行为为 62 只次，占总样本量的 60%，有反应行为的样本是 41 只次，占总样本量的 40.0%(表 1)。采用两样本频次数据 t 检验发现岩羊对不同的干扰源的反应有显著差异(U= 8.69 , P < 0.001)。岩羊对人的反应显著强于对车辆的反应，因此将行人作为干扰源作进一步分析。

表 1　两种干扰源下宁夏贺兰山岩羊反应行为比较

Tab. 1　Comparisons between two disturbing sources in responses of *Pseudois naynaur* in Helan Mountain, Ningxia Hui Autonomous Region

干扰源类型 Type of disturbance source	样本总数 The total number of sample	无反应行为比例 (%) Percent of no responses	有反应行为比例(%) Percent of having responses			t 检验 t test
			总计 Total	警戒 Vigilance	逃跑 Flight	
人 People	429	18.2	81.8	18.9	62.9	U=8.69 P<0.001
车 Vehicle	103	60.0	40.0	12.6	27.4	

2.2 群大小对岩羊反应距离影响

对于警戒反应行为，小群(群内个体数 ≤ 3 头, n = 124)出现警戒反应行为的距离显著地大于大群(群内个体数 > 3 头, n = 57)(Z = 2.165, P = 0.036)。对逃跑反应行为，当群内个体数分为≤5 头和>5 头时，小群的逃跑行为反应的距离显著大于大群的逃跑反应距离(Z = 2.003, P = 0.045)。而无反应行为在不同的群大小之间没有显著差异(表 2)。

2.3 群类型对岩羊反应距离的影响

在雌幼群、雄性群、混合群 3 种类群中，观察到无反应行为个体次数分别是 18、21 和 183 只次；观察到警戒行为个体次数分别是 30、33 和 118 只次；观察到逃跑行为个体次数分别是 58、29 和 149 只次。

同一种行为下，对三种群类型的反应距离用 Mann-Whitney U 进行两两样本检验后发现，群类型差异对无反应行为无显著差异(Z=0.775, P=0.443;

表 2 宁夏贺兰山岩羊群体大小对干扰反应行为的差异

Tab. 2 The difference of responses of *Pseudois naynaur* in different group size in Helan Mountain, Ningxia Hui Autonomous Region

群大小 group size	无反应 No responses		警戒 Vigilance*		逃跑 Flight**	
	平均值±*SD* Mean±*SD*(m)	Mann-Whitney *U* test *Z*, *P*	平均值±*SD* Mean±*SD*(m)	Mann-Whitney *U* test *Z*, *P*	平均值±*SD* Mean±*SD*(m)	Mann-Whitney *U* test *Z*, *P*
小群 Small group	145.40±57.92 (22～399, *n*=156)	*Z*=1.120, *P*=0.263	145.62±72.20 (15～37, *n*=124)	*Z*=2.165, *P*=0.030*	110.82±57.81 (6～288, n=169)	*Z*=2.003, *P*=0.04**
大群 Big group	139.26±54.82 (29～280, *n*=66)		126.23±60.92 (10～280, *n*=57)		95.32±56.61 (5～254, *n*=67)	

*小群：群体内个体数≤3 头；大群：群体内个体数>3 头。*group size that is less than 3 is defined as small group, group size that is more than 3 is defined as big group.

小群：群体内个体数≤5；大群指群体内个体数 >5 头。group size that is less than 5 is defined as small group, group size that is more than 5 is defined as big group.

表 3 宁夏贺兰山岩羊在群类型间对干扰反应行为的差异*

Tab. 3 The different responses in different group types of *Pseudois naynaur* in Helan Mountain, Ningxia Hui Autonomous Region*

群类型 Group type	无反应 No response 平均值±*SD* Mean±*SD*(m)	警戒 Vigilance 平均值±*SD* Mean±*SD*(m)	逃跑 Flight 平均值±*SD* Mean±*SD*(m)
雌幼群 Female group	144.83±57.39 (30～219, *n*=18)	130.60±71.39[ac] (37～337, n=30)	117.10±59.93[a] (30～288, *n*=58)
雄性群 Male group	166.44±74.41 (22～399, *n*=21)	189.83±81.33[b] (50～374, *n*=33)	104.66±65.03[ab] (15～219, *n*=29)
混合群 Mix group	147.94±81.86 (29～280, *n*=183)	128.77±65.79[c] (25～-300, *n*=118)	110.48±54.13[b] (25～211, *n*=149)

*用 Mann-Whitney *U* 检验差异性，在无反应组无显著差异(*Z*=0.775, *P*=0.443; *Z*=0.427, *P*=0.669; *Z*=0.716, *P*=0.474)；在警戒组中，雄性群的反应距离显著大于雌性群的反应距离(*Z*=2.746, *P*=0.006)，也显著大于混合群的反应距离(*Z*=3.589, *P*<0.001)；在逃跑反应中，雌性群的反应距离显著大于混合群的反应距离(*Z*=2.376, *P*=0.017)。

[abc] 分别表示不同的类群之间的差异程度。当不同群类型的行为进行两两比较时，拥有不同字母角标的组之间差异显著。

*Mann-Whitney *U* Test is used to analyze the difference in distance from observers when having and not having responses between female group, male group and mix group. In the case of no responses, there is no significant differences (*Z*=0.775, *P*=0.443; *Z*=0.427, *P*=0.669; *Z*=0.716, *P*=0.474). In the case of vigilance behavior, the distance of male group from the observers is significantly greater than female group(*Z*=2.746, *P*=0.006) and mix group(*Z*=3.589, *P*<0.001). The distance when female group fled significantly greater than mix group(*Z*=2.376, *P*=0.017).

abc stands for the extent of distance of responses between three group types. The blocks with different superscript letters have significant differences.

Z=0.427, *P*=0.669; *Z*=0.716, *P*=0.474)。在警戒行为中，雄性群的反应距离显著大于雌性群的反应距离(*Z*=2.746, *P*=0.006)，也显著大于混合群的反应距离(*Z*=3.589, *P*<0.001)，而其他群类型间无显著差异。在逃跑反应中，雌性群的反应距离显著大于混合群的反应距离(*Z*=2.376, *P*=0.017)，而其它群类型间无显著差异(表 3)。

当个体来自于混合群时，根据个体的性别分为雌性和雄性，比较雌性和雄性的 3 种反应行为下的距离差异。无反应行为下的雌雄反应距离无显著差异(*t* = 0.014 , *P* = 0.671)；警戒行为下雌雄反应距离无显著差异(*t* = 0.014, *P* = 0.989)；逃跑反应行为距离在雌雄之间无显著差异(*Z* = 0.078, *P* = 0.938)(表 4)。

表 4 宁夏贺兰山岩羊在混合群内对干扰反应行为的差异

Tab. 4 The different responses in different group types of *Pseudois naynaur* in Helan Mountain, Ningxia Autonomous Region

混合群 Mix group	无反应 No responses		警戒 Vigilance		逃跑 Flight	
	平均值±*SD* Mean±*SD*(m)	*t* 检验 *t*-test	平均值±*SD* Mean±*SD*(m)	*t* 检验 *t*-test	平均值±*SD* Mean±*SD*(m)	Mann-Whitney *U* test Z, *P*
雌性 Female	153.62±56.88 (29～287, *n*=91)	*t*=0.426 *P*=0.671	129.28±63.95 (25～300, *n*=36)	*t*=0.014 *P*=0.989	101.33±56.78 (5～254, *n*=83)	*Z*=0.078 *P*=0.938
雄性 Male	157.41±63.57 (22～399, *n*=92)		123.50±65.06 (10～280, *n*=82)		99.99±56.84 (6～254, *n*=66)	

3 讨 论

3.1 干扰源对岩羊的干扰反应行为的差异

MacArthur et al(1982)认为干扰源的不可预测性是动物衡量危险程度的重要因素。可预测性较高的干扰比较规律，这样容易使动物产生对干扰源的适应行为(Cederna & Lovari, 1985; Tyler, 1991; Cassirer et al, 1992; Lamerenx et al, 1992)，表现在动物对这类干扰的行为反应强度降低(Knight & Cole 1991; Borkowski et al, 2006)。行人对苏峪口岩羊的干扰强度显著强于车辆(表 1)，正是因为车辆往往有固定的行进路线(景区的公路车道)，属于重复性、可预测性较强的干扰源(Knight & Gutzwiller, 1995)；而游人常常会随意步行，属于不可预测性较高的干扰源。因此，相比游人，岩羊对车辆警戒强度较低。此外，岩羊一直是贺兰山主要的偷猎对象(宁夏贺兰山国家级自然保护区内部资料, 2006)，而偷猎者往往是徒步者，因而强化了岩羊对普通行人的行为反应。Papouchis et al(2001)对沙漠大角羊(*Oviscanadensis nelsoni*)的研究也获得了相似的结果。因此，岩羊对不同干扰源的显著差异是其对不同类型人为活动干扰的一种行为适应机制。

3.2 群大小对干扰反应行为的作用

警戒行为是动物很重要的反捕食策略(Bednekoff & Lima, 1998)。动物在评估捕食风险时，警戒行为是其评估过程中的主要行为，而逃跑行为是确定了较高的被捕食机率后的反应行为。本研究显示这两种行为，小群岩羊中的反应行为距离均显著大于大群岩羊反应行为距离(表 2)。这些现象说明，岩羊群存在“稀释效应”(dilution effect)，即在较大的群内，个体平均被捕食机率降低(Lima & Dill, 1990)。因此，个体的警戒强度会降低。同时，大群体中有专司警戒的个体(Stankowich, 2008)，这样大群内的个体感觉更为安全。因此，通常观察者可以更为接近大群，而小群在较远距离就开始警戒或者逃跑。这种是在大型集群食草动物中典型的行为策略，在 Fallow deer (*Dama dama*) (Recarte et al, 1998)、Rocky mountain elk(*Cervus elaphus*)(Childress & Lung, 2003)和 Springbok (*Antidorcas marsupialis*)(Burger et al, 2000)中均有类似现象的报道。

3.3 群类型间干扰反应行为的差异

集群类型对岩羊反应的影响表现在警戒行为和逃跑行为中。在警戒反应中，雄性群的警戒反应距离最大，其次是雌性群(表 3)。雄性群警戒性更强的现象在其它大型食草动物中已有报道(Burger et al, 2000; Prins & Iason, 1989; Steenbeek et al. 1999)。相关的研究表明，雄性个体会更多地抬头寻找交配的机会，或者对竞争者保持警惕(Burger et al, 2000; Burger & Gochfeld, 1994)。另一方面，雄性个体通常是人类猎杀的对象(Stankowich & Coss, 2005)，因而使得雄性个体对于人类活动的警惕性更高。偷猎岩羊情况在贺兰山经常发生，雄性成年岩羊因其较大的角而成为主要的猎杀对象(宁夏贺兰山国家级自然保护区内部资料, 2006)。这些都会使雄性个体更为警觉，警戒距离较雌性个体更远。

在逃跑行为中，雌幼群对行人的靠近也非常敏感，显著大于混合群的逃跑反应距离(表 3)。在我们的样本中，携带有幼体的雌幼群，占 83%。雌性个体为了使它的繁殖成功率达到最大，倾向于保护它的幼体免受伤害(Main et al, 1996; Ciuti et al, 2008)。因此，雌性个体会选择带领幼仔快速逃离过分靠近的人类带来的潜在威胁。

由于岩羊对可预测性较低的人为干扰更为警觉，对其正常活动的影响也更大。因此，我们建议公园管理者应进一步规范游客旅游娱乐活动区域，尽量减少对岩羊适宜生境的干扰。同时，组织游客观光旅游时，应考虑减少在岩羊生命周期中重要时期，如交配繁殖期时，对岩羊的干扰。另外，随着保护区旅游景点的开发强度增大，对岩羊的干扰将会更加强烈。因此，对岩羊人为干扰的适应机制值得进一步深入研究。

致谢：东北林业大学野生动物资源学院的刘振生老师指导了野外实践工作；宁夏贺兰山国家级自然保护区管理局的李志刚局长和胡天华科长安排了工作地点；管理局和警卫室的工作人员给与很多支持，以及赫连璟参与了部分的野外调查工作，在此一并表示感谢。

参考文献：

Bednekoff PA, Lima SL. 1998. Randomness, chaos and confusions in the study of antipredator vigilance [J]. *Tree*, **13**(7): 285-287.

Borkowski JJ, White PJ, Garrott RA, Davis T, Hardy AR, Reinhart DJ. 2006. Behavioral responses of bison and elk in Yellowstone to snowmobile and snow coaches [J]. *Ecol Appl*, **16**(5): 1911-1925.

Burger J, Gochfeld M. 1991. Human distance and birds: Tolerance and response distances of resident and migrant species in India [J]. *Env Cons* **18**：158-165.

Burger J, Gochfeld M. 1994. Vigilance in African mammals: differences among mothers, other females and males [J] *Behaviour*, **131**:153-164.

Burger J, Safina C, Gochfeld M. 2000. Factors affecting vigilance in springbok: Importance of vegetative cover, location in herd, and herd Size [J]. *Acta Ethol*, **2**: 97-104.

Cassirer EF, Freddy DJ, Ables ED.1992. Elk responses to disturbance by cross-country skiers in Yellowstone National Park [J]. *Wildl Soci Bull* , **20**：375-381.

Cederna A, Lovari S. 1985. Impact of tourism on chamois feeding activities in an area of the Abruzzo National Park [M].//Lovari S. The biology and management of mountain ungulates [M]. London :Croom Helm, 216-225.

Childress MJ, Lung MA. 2003. Predation risk, gender and the group size effect: Does elk vigilance depend upon the behaviour of conspecifics? [J]. *Anim Behav,* **66**:389-398.

Ciuti S, Pipia A, Ghiandai F, Grignolio S, Apollonio M. 2008. The key role of lamb presence in affecting flight response in Sardinian mouflon (*Ovis orientalis musimon*) [J]. *Behav Proces*, **77**(2008) 408-412.

David WC. 2003. Protected areas in marine resource management: Another look at the economics and research issues [J]. *Ocean Coast Manag*, **46**: 439-456.

Encyclopedist Committee of Ningxia. 1998. Encyclopedia of Ningxia [M].Yinchuan: Ningxia People's Publishing House. 34. [宁夏百科全书编撰委员会. 1998. 宁夏百科全书. 银川: 宁夏人民出版社. 34.].

Flather, CH, Cordell HK. 1995. Outdoor recreation: historical and anticipated trends.[M]//Knight RL, Gutzwiller KJ. Wildlife and Recreationists: Coexistence through Research and Management. US California: Island Press, Covelo, 3-16.

Gander H, Ingold P. 1997. Reactions of male alpine chamois *Rupicapra r. rupicapra* to hikers, joggers, and mountainbikers [J]. *Biol Conserv,* **79**: 107-109.

Geist V. 1978. Behavior [M]// Schmidt JL, Gilbert DL. Big Game of North America, Ecology and Management. US Pennsylvania Harriburg: Stackpole Books, 283-296.

Gill JA, Sutherland WJ. 2000. Predicting the consequences of human disturbance from behavioral decisions[M]// Gossling LM, Sutherland W. Behaviour and Conservation. Cambridge UK: Cambridge University Press, 51-64.

Gutzwiller KJ, Kroese EA, Anderson SH, Wilkins CA. 1997. Does human intrusion alter the seasonal timing of avian song during breeding periods? [J]. *Auk*, **114**: 55-65.

Hamr J. 1988. Disturbance behavior of chamois in an alpine tourist area of Austria [J]. Mount Res Dev, **8**: 65-73.

Knight RL, Cole DN. 1991. Effects of recreational activity on wildlife in wild lands [C]. Trans. 56th North American Wildl & Nat Res Conf. 56:238-247.

Knight RL, Cole DN. 1995. Wildlife responses to recreation [M]// Knight RL, Gutzwiller KJ. Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research. US California: Island Press, Covelo. 51-69.

Knight RL, Gutzwiller KJ.1995. Wldlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research [M]. Washington DC, USA: Island Press.

Lamerenx F, Chadelaud H, Bard B, Pépin D. 1992. Influence of the proximity of a hiking trail on the behaviour of Izards (*Rupicapra pyrenaica*) [M]// Spitz F, Janeau G, Gonzalez G, Aulagnier S. A Pyrenean reserve Ongulés/ungulates. Toulouse: SFEPM-IRGM, 605-608.

Light JT Jr, Weaver R. 1973. Report on bighorn sheep habitat study in the area for which an application was made to expand the Mt. Baldy winter sports facility[R]. California, USA: US Forest Service, San Bernardino National Forest.

Lima SL, Dill LM.1990. Behavioural decisions made under the risk of predation: A review and prospectus [J]. *Can J Zool*, **68**: 619-640.

Liu ZS, Wang XM, Li ZG, Zhai H, Hu TH. 2007. Distribution and abundance of blue sheep in Helan Mountains, China [J] *Chn J Zool,* **42**(3): 1-8. [刘振生, 王小明, 李志刚, 翟昊, 胡天华. 贺兰山岩羊的数量与分布. 动物学杂志 2007, **42**(3): 1-8].

MacArthur RA, Geist V, Johnston RH. 1982. Cardiac and behavioral responses of mountain sheep to human disturbance [J]. *J Wildl Manag*, **46**: 351-358.

Main, MB, Weckerley FW, Bleich V. 1996. Sexual segregation in ungulates: new directions for research [J]. *J Mamm*, **77**: 449-461.

Miller, KA, Garner, JP, Mench, JA. 2006. Is fearfulness a trait that can be measured with behavioural tests? A validation of four fear tests for Japanese quail [J]. *Anim Behav*, **71**: 1323-1334.

Papouchis CM, Singer F J, Sloan WB.2001. Responses of desert bighorn sheep to increased human recreation [J]. *J Wildl Manag*, **65**:573-582.

Prins HHT, Iason GR. 1989. Dangerous lions and nonchalant buffalo [J]. *Behav*, **108**: 262-296

Recarte JM, Vincent JP. Hewison AJM. 1998. Flight responses of park fallow deer to the human observer [J]. *Behav Proces*, **44**: 65-72.

Rodgers JA, Smith HT. 1995. Set-back distances to protect nesting bird colonies from human disturbance in Florida [J]. *Conserv Biol*, **9**: 89-99.

Schaller G. 1977. Mountain Monarchs: Wild Sheep and Goats of the Himalaya [M]. Chicago, USA: University of Chicago Press.

Schoener TW. 1971. Theory of feeding strategies [J]. *Ann Rev Ecol Syst*, **2**: 369-404.

Sokal R, Rohlf F. 1995. Biometry: the Principles and Practice of Statistics in Biological Research. [M]. New York: W.H. Freeman and Company.

Stankowich T. 2008.Ungulate flight responses to human disturbance: A review and meta-analysis [J]. *Biol Conserv*, **141**:2159 -2173.

Stankowich T, Coss RG. 2005. Effects of risk assessment, predator behavior, and habitat on escape behavior in Columbian black-tailed deer) [J]. Behavioral Ecology, **17**: 246-254.

Steenbeek R, Piek RC, van Buul M, Van Hooff Jaram. 1999. Vigilance in wild Thomas's langurs (*Prebytis thomasi*): The importance of infanticide risk [J]. *Behav Ecol Sociobiol*, 45: 137-150.

Taylor AR, Knight RL. 2003. Wildlife responses to recreation and associated visitor perceptions. [J]. *Ecol Appl*, 13(4): 951-963

Treves A. 2000. Theory and method in studies of vigilance and aggregation [J]. Animal Behaviour, **60** : 711-722.

Tyler NC.1991. Short-term behavioural responses of Svalbard reindeer *Rangifer tarandus platyrhynchus* to direct provocation by a snowmobile [J]. *Biol Conserv*, **56**: 179-194.

Wang XM, Li M, Tang SX, Liu ZX. 1998. A preliminary study of some characters of blue sheep population ecology in spring [J]. *Acta Theriol Sin*, **18**(1): 27-33. [王小明, 李明, 唐绍祥, 刘志霄. 1998a. 春季岩羊种群生态学特征的初步研究. 兽类学报, **18**(1): 27-33.]